

509,460

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION  
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété  
Intellectuelle  
Bureau international



(43) Date de la publication internationale  
9 octobre 2003 (09.10.2003)

PCT

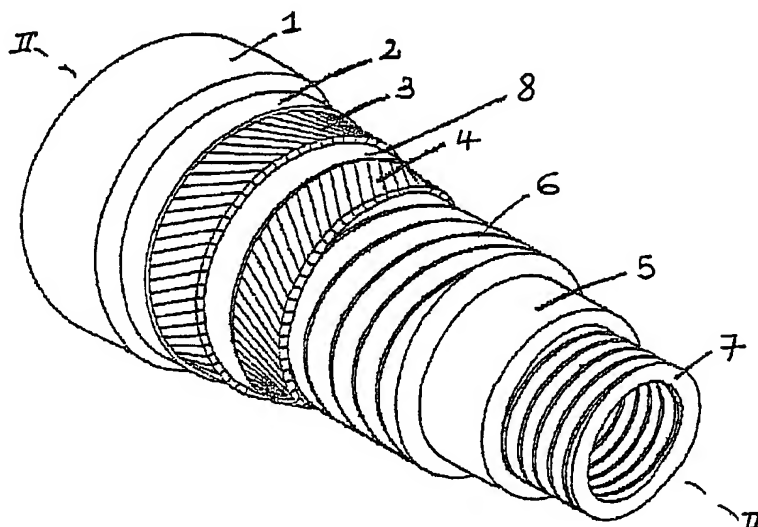
(10) Numéro de publication internationale  
**WO 03/083343 A1**

- (51) Classification internationale des brevets<sup>7</sup> : **F16L 11/16**
- (21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/FR03/00849
- (22) Date de dépôt international : 17 mars 2003 (17.03.2003)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité :  
02/03928 28 mars 2002 (28.03.2002) FR
- (71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) :  
**COFLEXIP** [FR/FR]; La Defense 6, 170, Place Henri  
Regnault, F-92973 Paris La Defense (FR).
- (72) Inventeurs; et  
(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) :  
**COUTAREL, Alain** [FR/FR]; 10, rue Lefort, Gon-  
ssolin, F-76130 Mont-Saint-Aignan (FR). **BECTARTE,**  
**Fabrice** [FR/FR]; 5, rue Guy de Maupassant, F-7600  
Rouen (FR).
- (74) Mandataires : **BERTRAND, Didier** etc.; c/o SA Fedit-  
Loriot & Autres Conseils en Propriété, Industrielle, 38, av-  
enue Hoche, F-75008 Paris (FR).
- (81) États désignés (national) : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ,  
BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ,  
DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,  
HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK,  
LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX,  
MZ, NI, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE,  
SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,  
VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

[Suite sur la page suivante]

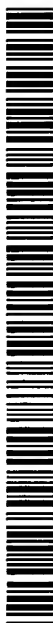
(54) Title: DEVICE FOR LIMITING THE LATERAL BUCKLING OF ARMOURING PLYS OF A FLEXIBLE PIPE

(54) Titre : DISPOSITIF POUR LIMITER LE FLAMBAGE LATERAL DES NAPPES D'ARMURES D'UNE CONDUITE FLEXIBLE



(57) Abstract: The invention relates to a device for limiting the lateral buckling of tensile armouring plys of a flexible pipe. The invention is of the type that comprises a device for limiting the lateral buckling of tensile armouring plys of a flexible submarine pipe which can be used in the offshore oil industry. Said device comprises, from the outside inwards, at least one outer polymer sheath (1), a first support layer (2) which is wound around an upper tensile armouring ply (3), a lower tensile armouring ply (4) and an inner polymer sheath (5). The invention is characterised in that at least one second support layer (8) having a determined stiffness  $K_2$  is wound around each lower tensile armouring ply. The invention is suitable for oil production risers.

[Suite sur la page suivante]



WO 03/083343 A1



(84) États désignés (régional) : brevet ARIPO (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), brevet eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Publiée :**

— avec rapport de recherche internationale

— avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

(57) **Abrégé :** Dispositif pour limiter le flambage latéral des nappes d'armures de traction d'une conduite flexible. Il est du type comprenant un dispositif pour limiter le flambage latéral des nappes d'armures de traction d'une conduite flexible sous-marine utilisable dans l'industrie pétrolière au large comprenant de l'extérieur vers l'intérieur au moins une gaine polymérique externe (1), une première couche de maintien (2) enroulée autour d'une nappe d'armure de traction supérieure (3), une nappe d'armure de traction inférieure (4) et une gaine polymérique interne (5), et il est caractérisé en ce qu'au moins une deuxième couche de maintien (8) présentant une raideur  $K_2$  déterminée est enroulée autour de chaque nappe d'armure de traction inférieure. Applications notamment aux colonnes montantes des productions pétrolières.

## DISPOSITIF POUR LIMITER LE FLAMBAGE LATERAL DES NAPPES D'ARMURES D'UNE CONDUITE FLEXIBLE

5 La présente invention concerne un dispositif pour limiter le flambage latéral des nappes d'armures de traction d'une conduite flexible.

La conduite flexible concernée par la présente invention est notamment du type non liée et utilisée dans une exploitation en mer. Les conduites flexibles telles que définies dans la recommandation API 17 J de  
10 l'American Petroleum Institute comprennent généralement une ou plusieurs couches polymériques et des couches de renfort métalliques telles que des nappes d'armures de traction, une carcasse et/ou une voûte de pression. La nature, le nombre, le dimensionnement et l'organisation de ces couches sont essentiellement liés aux conditions d'utilisation des conduites flexibles  
15 concernées ainsi qu'à leur mise en place, comme cela est défini dans la recommandation API 17 J.

Lorsque la conduite flexible, quelle que soit sa nature, est soumise à une pression externe  $P_e$  qui est plus élevée que la pression interne, il peut se produire une compression axiale qui est connue comme étant l'effet de fond  
20 inverse. L'effet de fond inverse a tendance à comprimer les armures et à raccourcir la longueur de la conduite flexible et à augmenter le diamètre, cette augmentation de diamètre ayant pour conséquence de gonfler les armures qui, dans certaines conditions, par exemple en gaine externe non étanche et que la conduite soit droite ou cintrée, peuvent flamber selon un  
25 mode radial et prendre la forme d'une "cage d'oiseau". Un autre mode de flambement des armures de traction dû à la sollicitation en compression qu'elles subissent avec l'effet de fond inverse est le flambement dit latéral qui peut survenir lors du cintrage de la conduite flexible et quel que soit l'état de la gaine externe. Ce flambement latéral s'accompagne souvent  
30 d'un chevauchement des fils d'armure d'une même nappe qui, lorsqu'ils partent latéralement sous une contrainte trop importante, viennent chevaucher le fil d'armure qui leur est contigu.

Lorsque la gaine externe polymérique de la conduite flexible est percée pour une raison quelconque, la pression régnant dans l'annulaire qui  
35 est délimité entre ladite gaine externe et la gaine de pression et dans lequel

sont disposées les armures de traction, est égale à la pression hydrostatique. Dans ces conditions, la gaine externe n'est plus plaquée contre les armures de traction et le gonflement radial desdites armures de traction susceptible de se produire par suite de l'introduction de l'eau dans l'annulaire n'est plus empêché par la gaine externe.

Par ailleurs, le frottement existant entre les nappes d'armures engendré par la combinaison des effets de la pression externe et des sollicitations dynamiques est susceptible d'entraîner une migration des fils et donc un accroissement localisé des jeux latéraux entre les fils d'une même nappe d'armures. L'apparition de ces jeux conduit, dans certaines conditions, à un flambage latéral des fils d'armure et ce, quel que soit l'état de la gaine externe.

Une des solutions qui a été adoptée pour réduire les risques de flambement radial en "cage d'oiseau" et/ou latéral ainsi que pour réduire le gonflement des armures lié à l'effet de fond inverse, fut d'enrouler des rubans ou couches de fibres aramides tels que du "KEVLAR" autour de la dernière nappe d'armures. De cette manière, on autorisait ainsi un gonflement  $\Delta R$  des nappes d'armures qui devait être inférieur à la moitié de l'épaisseur du dernier fil d'armure. Ainsi, on limitait d'une part le gonflement des nappes d'armures tout en réduisant d'autre part le risque de chevauchement des nappes d'armures.

Toutefois, si cette solution permet de résoudre les problèmes liés au flambement radial, elle permet seulement de limiter le risque de flambement latéral qui perdure. En effet, en fonction des conditions d'utilisation de la conduite flexible et notamment lorsque cette dernière subit des contraintes statiques dues à l'effet de fond inverse combinées aux variations de courbure et aux sollicitations dynamiques de service, le phénomène de flambage latéral subsiste. Or, lorsqu'un fil d'armure se déplace latéralement par suite d'un flambage latéral, il entraîne les autres fils d'armures de la nappe. Le résultat est que la conduite flexible est sinon détruite du moins rendue inutilisable et il faut procéder à son changement car une réparation de la conduite flexible n'est pas envisageable économiquement parlant.

Dans une conduite flexible comprenant une gaine extérieure étanche, le frottement des nappes entre elles induit une pression de contact qui

provoque un déplacement des fils d'armures, les spécialistes disant que les fils d'armure migrent. Par suite de ces déplacements successifs et répétés, les fils d'armures finissent par devenir non élastiques en raison de la déformation plastique. Ces migrations des fils d'armures peuvent conduire  
5 à la formation d'un petit jeu entre les spires successives et lors d'une compression ou raccourcissement de la conduite flexible, il se produit un flambage latéral des armures ("lateral buckling" en anglais).

On connaît déjà par les documents US 5 730 188, WO 01/33129 ou US 5 275 209 des enroulements de couches anti-usures autour des couches  
10 d'armures de traction. Ces couches anti-usures dites « antiwear » sont connues dans l'API 17J. Elles sont réalisées dans un polymère et ont pour unique objectif de réduire l'usure des nappes en réduisant les frottements entre les nappes en empêchant le contact métal sur métal des fils de forme composant les nappes. Ces couches n'ont aucun effet sur le flambement  
15 latéral.

La présente invention a pour but de remédier aux inconvénients précités et de proposer une solution qui soit utilisable aussi bien dans une conduite flexible dénommée "Rough-bore" c'est-à-dire comprenant une carcasse métallique comme élément le plus interne, que dans une conduite  
20 flexible dénommée "Smooth-bore" dans laquelle l'élément le plus interne est une gaine plastique.

La présente invention a pour objet un dispositif pour limiter un flambage latéral des nappes d'armures de traction d'une conduite flexible conforme à la revendication 1 annexée.

Un avantage de la présente invention réside dans le fait que chaque  
25 nappe d'armure est empêchée de gonfler radialement par la couche de maintien qui l'entoure quel que soit l'état de la gaine polymérique externe et notamment lorsque celle-ci est non étanche, que cette non-étanchéité soit volontaire ou non, de sorte que le risque de flambage latéral des nappes  
30 d'armure est grandement réduit.

Selon une autre caractéristique de l'invention, la deuxième couche de maintien présente une raideur  $K_2$  qui est supérieure à la raideur  $K_1$  de la première couche, de sorte qu'un jeu est ménagé entre la nappe d'armure supérieure et la deuxième couche de maintien lors du gonflement si ce  
35 dernier se produit. De la sorte, les deux nappes d'armure sont indépendantes

l'une de l'autre et le frottement entre nappes d'armure qui peut se produire lors du cintrage de la conduite flexible, est sinon éliminé totalement, du moins diminué fortement de sorte que le risque de flambage latéral est grandement réduit.

5 Un autre avantage réside dans le fait que la raideur apparente totale  $K_T$  de l'ensemble est supérieure à la somme des raideurs  $K_1 + K_2$ . De cette manière, on utilise moins de matière pour les couches de maintien, ce qui est appréciable d'un point de vue économique surtout lorsque les couches de maintien sont réalisées en "KEVLAR" qui est un matériau  
10 particulièrement onéreux.

D'autres avantages et caractéristiques apparaîtront à la lecture d'un mode de réalisation de la présente invention ainsi que des dessins annexés sur lesquels :

La figure 1 est une vue en perspective partielle d'une conduite  
15 flexible munie du dispositif selon l'invention,

la figure 2 est une vue en coupe longitudinale de la conduite de la figure 1.

La conduite représentée sur la figure 1 comprend, de l'extérieur vers l'intérieur, au moins une gaine polymérique externe d'étanchéité 1, une  
20 première couche de maintien 2 de raideur totale  $K_1$  et enroulée autour d'une nappe d'armure de traction supérieure 3, une nappe d'armure de traction inférieure 4 et une gaine polymérique interne 5. Les nappes d'armures de traction sont obtenues par enroulement à pas long d'un fil de forme métallique ou composite et dans des sens opposés. La structure d'une  
25 conduite flexible, comme celle décrite ci-dessus, est la plus simple qui puisse être réalisée. En effet, les spécialistes savent que lorsque les angles d'armage des fils constituant les nappes d'armure supérieure 3 et inférieure 4 sont proches de  $55^\circ$ , et en sens opposés, la présence d'une voûte de pression, comme celle représentée sur la figure 1 et référencée 6 n'est pas  
30 indispensable. De même, seules deux nappes d'armure 3 et 4 sont représentées, mais généralement d'autres nappes d'armure, peuvent être enroulées autour de l'axe longitudinal de la conduite. La nappe d'armure 3 est dite supérieure car elle est la dernière, en partant de l'intérieur de la conduite, avant la gaine d'étanchéité externe 1. De la même façon, lorsqu'il  
35 est fait référence à une couche de maintien 2, cela signifie qu'elle peut être

constituée de plusieurs bandes, bandelettes, rubans ou éléments unitaires enroulés à pas court de manière jointive et/ou les uns sur les autres, autour de la nappe d'armure supérieure 3. Les éléments unitaires des couches de maintien présentent une forte résistance en traction longitudinale, suivant  
5 leur axe longitudinal, et une faible résistance en compression longitudinale. Une telle faible résistance en compression est souhaitée de manière à diminuer significativement les efforts de serrage radiaux des tensionneurs de pose lors des différentes opérations de manutention de la conduite flexible. Ainsi, les éléments unitaires de maintien peuvent être réalisés dans  
10 divers matériaux appropriés, par exemple ils peuvent être formés à l'aide d'un tissé ou non tissé de fibres aramides. Il est également possible d'utiliser un ruban textile plat constitué d'une section centrale sensiblement rectangulaire et de deux bords longitudinaux plus minces que la section centrale tel que décrit dans la demande de brevet FR 01 10 818 de la  
15 Demanderesse. La gaine polymérique interne 5 entoure une carcasse métallique 7 qui est constituée par l'enroulement à pas court d'un feuillard agrafé ou d'un fil de forme autour de l'axe longitudinal et dont l'angle d'enroulement est proche de 80 à 90°.

La conduite flexible ainsi décrite, dans une structure simple, est dite  
20 "rough-bore" parce qu'elle est dotée d'une carcasse métallique 7 comme élément le plus interne. Si la conduite flexible ne comportait pas de carcasse métallique et comprenait la gaine polymérique 5 comme élément le plus interne, alors elle serait dite "smooth-bore". Quel que soit le type de conduite flexible, le dispositif selon l'invention peut être mis en œuvre dans  
25 ladite conduite flexible.

Selon l'invention, une deuxième couche de maintien 8 est disposée autour de la nappe d'armure inférieure 4, ladite couche de maintien présentant une raideur  $K_2$  déterminée. Bien entendu, lorsque la conduite flexible comprend plusieurs nappes d'armure situées au-dessous de la nappe  
30 d'armure supérieure 3, elles seraient considérées comme étant inférieures et autour de chacune d'elles serait enroulée une couche de maintien de raideur  $K$  déterminée, étant précisé que la raideur  $K$  pourrait être identique pour chacune des nappes d'armure inférieures ou différentes si cela était nécessaire. Dans le mode préféré de l'invention, la raideur  $K_2$  des couches  
35 de maintien inférieures par rapport à la première couche de maintien 2

considérée comme étant la couche de maintien supérieure est différente de la raideur  $K_1$ . De préférence, les couches de maintien 2 et 8 sont réalisées dans un matériau très résistant tel que celui connu sous la dénomination "KEVLAR" et plus généralement dans une aramide. La raideur  $K$  d'une  
5 couche de maintien est la constante qui permet de relier le gonflement maximum de la nappe d'armure retenue par ladite couche de maintien par rapport à sa position initiale (jeu absolu  $\Delta R$ ) à la pression  $P$  qui s'exerce sur la nappe d'armure et ce, en gaine non étanche pour une conduite flexible droite. On a ainsi la relation  $\Delta R = P/K$ . La constante est, pour une structure  
10 donnée, fonction des angles d'armage des nappes d'armures et de rubannage de la couche de maintien ainsi que des quantités et des propriétés du matériau constituant les éléments unitaires constitutifs de la couche utilisée. Elle est déterminée lors de la conception (design) de la conduite flexible, de manière à limiter le jeu  $\Delta R$  au-dessous d'une valeur désirée " $k$ "  
15 fois l'épaisseur  $e$  du fil d'armure de la nappe, par exemple inférieur à 0,3 e. Ce jeu maximum est déterminé pour une conduite flexible droite. Lorsque la conduite est cintrée, ce jeu se distribue d'une manière non uniforme qui peut être calculé.

Ainsi, chaque nappe d'armure inférieure 4 étant rendue indépendante  
20 des autres par la couche de maintien qui l'entoure, le gonflement radial est sinon empêché, du moins limité à une valeur désirée et ce, quel que soit l'état de la gaine polymérique externe 1 et notamment en gaine percée. En effet, lorsque la gaine externe 1 est percée ou déchirée, l'eau pénètre dans la conduite flexible et une telle invasion de son annulaire entraîne le  
25 gonflement radial des armures et favorise l'apparition de phénomènes liés au flambage latéral des armures de traction.

Lorsqu'un gonflement se produit pour une raison quelconque, par exemple sous l'effet de fond inverse, chaque nappe inférieure 4 est soit empêchée de gonfler soit limitée dans son gonflement par suite du serrage  
30 que produit sur elle la couche de maintien adjacente.

Dans ce qui précède, lorsqu'il est fait référence à la raideur  $K$ ,  $K_1$  ou  $K_2$  il faut comprendre que la raideur concernée est la raideur totale de la couche de maintien.

Dans le mode de réalisation, la raideur  $K_2$  de la couche de maintien  
35 inférieure 8 est supérieure à la raideur  $K_1$  de la couche de maintien



supérieure 2. De manière générale et lorsque la conduite flexible comprend plusieurs couches de maintien comme c'est le cas lorsqu'il y a plus d'une nappe d'armures inférieure, chacune d'elles étant alors associée à une couche de maintien, la raideur des couches de maintien est décroissante de l'intérieur vers l'extérieur de la conduite flexible. En d'autres termes, la raideur de la couche de maintien la plus inférieure est supérieure à celle de la couche de maintien consécutive qui est située au-dessus et ainsi de suite jusqu'à la couche de maintien supérieure 2 qui présente une raideur inférieure à chacune des autres couches de maintien de la conduite flexible.

Ainsi, lors d'un gonflement radial des nappes d'armures, par exemple dû à l'effet de fond inverse, il se produit un jeu entre la couche de maintien et la nappe d'armure qui est située au-dessus d'elle. Ce léger jeu rend chaque sous-ensemble constitué par une couche maintien et une nappe d'armure inférieure associée quasi indépendant des autres sous-ensembles analogues et de la nappe d'armure supérieure 3. Du fait de la présence du jeu radial contrôlé entre les divers sous-ensembles, la nappe d'armure supérieure est retenue moins fortement que la nappe d'armure située au-dessous et le jeu radial crée est contrôlé de sorte que, entre deux sous-ensembles successifs, il soit au maximum égal à 30 % de l'épaisseur  $e$  du fil d'armure. Ainsi, on obtient une structure dans laquelle les diverses nappes d'armures sont dissociées les unes des autres grâce à l'apparition du jeu radial, ce qui permet avantageusement de supprimer les interactions par frottement entre les nappes d'armures qui constituent, comme rappelé précédemment, un risque important de flambage latéral. De plus, les nappes d'armures étant enserrées dans les couches de maintien, il s'ensuit que le risque de chevauchement des fils d'armures d'une même nappe est très fortement réduit pour ne pas dire complètement éliminé. Dans le cas où les raideurs  $K_1$  et  $K_2$  seraient identiques, les nappes d'armures gonfleraient du même  $\Delta R$  par rapport à leur position initiale. Elles resteraient donc séparées uniquement par la couche de maintien (même déplacement et donc aucun jeu radial n'est créé). Toutefois, les nappes d'armures seraient retenues indépendamment les unes des autres réduisant ainsi les pressions de contact entre elles et donc les phénomènes de migration dans une même nappe d'armures et par conséquent les risques de flambage latéral. Comme on peut le constater, la présente invention peut être définie par deux aspects.

Le premier aspect concerne la réduction des pressions de contact entre les armures qui est une cause du flambage latéral, étant précisé que cette réduction est obtenue même lorsque  $K_1 = K_2$  comme cela a été précisé précédemment. Le deuxième aspect concerne le maintien du jeu  $\Delta R'$  qui est le jeu relatif entre chaque nappe d'armures lors du gonflement radial (gaine percée et conduite flexible droite) et qui est différent du jeu  $\Delta R$  qui est le jeu absolu par rapport à la position initiale avant gonflement. Le jeu  $\Delta R'$  est maintenu au-dessous d'une valeur déterminée qui est fixée de manière préférentielle, à 30 % de l'épaisseur  $e$  du fil d'armure. Le maintien du jeu inférieur à 30 % de l'épaisseur  $e$  a pour but de réduire les risques de chevauchement dans une même nappe y compris lorsque la conduite flexible est cintrée.

Un autre aspect intéressant de la présente invention est que la quantité  $Q_{TI}$  totale de "KEVLAR" nécessaire pour maintenir chaque nappe d'armures est inférieure à la quantité  $Q_{TA}$  qui était nécessaire dans la solution de l'art antérieur. En effet, la couche de maintien unique, constituée par une ou plusieurs couches superposées et enroulées autour de la nappe d'armures supérieure devait empêcher un gonflement de la dernière nappe d'armures supérieure à  $n$  fois  $e$  et, de préférence, inférieure à 0,3  $e$ . Dans ces conditions, il était indispensable d'utiliser une quantité de produit  $Q_{TA}$  qu'on peut considérer comme étant égale à un multiple de la quantité unitaire pour empêcher le gonflement de chaque nappe supérieure à 0,3  $e$ . En d'autres termes, si  $Q_i$  est nécessaire pour chaque nappe d'armures, la quantité totale  $Q_{TA}$  est égale à  $2 Q_i$ . En raison de la dissociation des sous-ensembles selon la présente invention, il faut une quantité de produit par exemple égale à  $Q_i$  pour bloquer la nappe d'armures inférieure et n'autoriser qu'un gonflement inférieur à 0,3  $e$ . Pour la nappe d'armures située immédiatement au-dessus, la quantité de produit  $Q'_i$  est moindre puisque le gonflement autorisé peut aller jusqu'à 0,6  $e$ . Dès lors, la quantité totale  $Q_{TI}$  de produit nécessaire dans la présente invention est  $Q_i + Q'_i < 2 Q_i$  puisque  $Q'_i < Q_i$ . Toutefois, il y a lieu de préciser que la quantité  $Q_{TI}$  nécessaire pour limiter le gonflement  $\Delta R'$  relatif entre deux nappes d'armures à 30 % de l'épaisseur  $e$  est inférieure à la quantité  $Q_{TA}$  nécessaire dans l'art antérieur pour limiter le gonflement  $\Delta R$  des nappes d'armures à

30 % de l'épaisseur  $e$  et ce, pour une même structure donnée de la conduite flexible et dans les mêmes conditions.

Cela revient à dire que la raideur apparente totale  $KT$  des couches de maintien est supérieure à la somme des raideurs  $K_1 + K_2 + \dots K_n$  de chaque  
5 couche de maintien. De la sorte, on utilise moins de "KEVLAR" autour de chaque couche de maintien. Un arrangement considéré comme optimal est celui pour lequel  $K_2 = 2K_1$  et qui conduit à avoir un même jeu relatif entre les sous-ensembles.

Les légers jeux ou intervalles qui peuvent apparaître entre les sous-  
10 ensembles sont inférieurs à 50 % de l'épaisseur  $e$  de la nappe d'armure la plus mince et de préférence, inférieurs à 0,3  $e$ . Comme il a été rappelé ci-dessus, chaque couche de maintien peut être constituée par plusieurs couches ou éléments unitaires superposés les uns sur les autres. Dans ce  
15 cas, on choisit la tension dans chaque élément unitaire de la couche de maintien de sorte qu'elle soit inférieure à 50 % de la tension de rupture dudit élément unitaire.

Il va de soi qu'on peut mélanger la nature des éléments unitaires au sein d'une même couche.

## REVENDICATIONS

5

1. Dispositif pour limiter le flambage latéral des nappes d'armures de traction d'une conduite flexible sous-marine utilisable dans l'industrie pétrolière au large comprenant de l'extérieur vers l'intérieur au moins une  
10 gaine polymérique externe (1), une première couche de maintien (2) enroulée autour d'une nappe supérieure (3) d'armures de traction enroulées en hélice à pas long, au moins une nappe inférieure (4) d'armures de traction enroulées en hélice à pas long et une gaine polymérique interne (5), caractérisé en ce qu'au moins une deuxième couche de maintien (8) est  
15 enroulée autour de chaque nappe inférieure (4) d'armures de traction, et en ce que les première et seconde couches de maintien présentent des raideurs respectives  $K_1$  et  $K_2$  déterminées pour limiter le gonflement de la nappe d'armure sous-jacente.
2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que la première  
20 couche de maintien (2) présente une raideur  $K_1$  qui est différente de la raideur  $K_2$  de ladite deuxième couche de maintien (8).
3. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que la raideur  $K_2$  de la deuxième couche de maintien (8) est supérieure à la raideur  $K_1$  de la première couche de maintien (2).
- 25 4. Dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce qu'entre deux sous-ensembles consécutifs et constitués chacun par une nappe d'armures inférieure (4) et une couche de maintien (8) se produit un jeu radial lors du gonflement du sous-ensemble le plus inférieur, de sorte que les sous-ensembles sont dissociés les uns des autres et séparés par ledit jeu radial.
- 30 5. Dispositif selon la revendication 4, caractérisé en ce que le jeu radial est inférieur à  $0,3 e$ ,  $e$  étant l'épaisseur du fil d'armure utilisé dans la nappe d'armure du sous-ensemble considéré.
6. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que  
35 chaque couche de maintien (2, 8) est constituée de plusieurs éléments unitaires enroulés autour de la nappe d'armure associée, chaque élément

unitaire présentant, suivant son axe longitudinal, une forte résistance en traction et une faible résistance en compression.

7. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que chaque élément unitaire de la couche de maintien (2, 8) est réalisé dans un matériau tissé ou non tissé de fibres aramides.

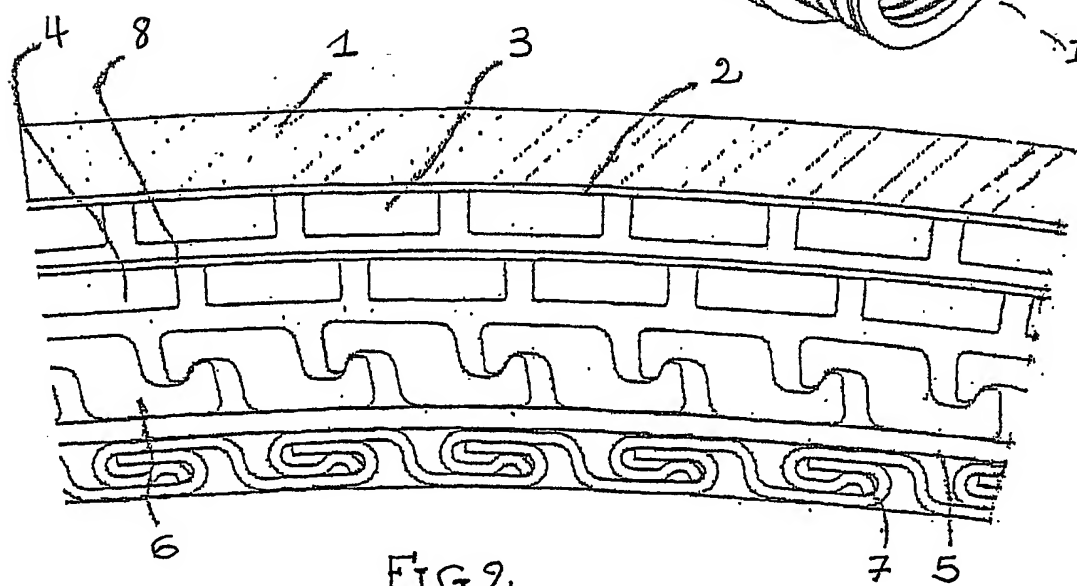
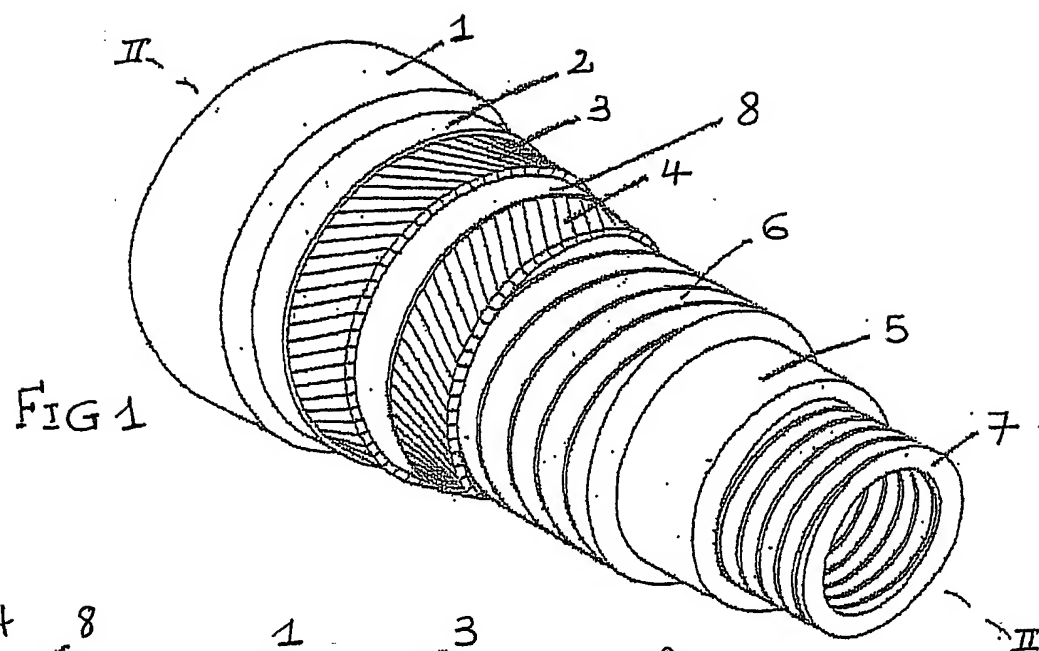
8. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que les couches de maintien (2, 8) sont réalisées dans une aramide telle que celle connue sous la dénomination "KEVLAR".

9. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que la conduite flexible est du type comprenant une carcasse métallique (7) comme élément le plus interne.

10 Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que la conduite flexible est du type comprenant une gaine polymérique (5) comme élément le plus interne.

11. Dispositif selon l'une des revendications 5 à 7, caractérisé en ce que la tension dans un élément unitaire d'une couche de maintien est inférieure à 50 % de la tension de rupture dudit élément unitaire.

12. Conduite flexible sous-marine utilisable dans une exploitation pétrolière au large comprenant de l'extérieur vers l'intérieur, une gaine polymérique externe (1), au moins deux nappes d'armures de traction supérieure (3) et inférieure (4) enroulées en hélice à pas long, une première couche de maintien (2) de raideur  $K_1$  et disposée autour de la nappe d'armures de traction supérieure (3), et une gaine polymérique interne (5), caractérisée en ce qu'elle comprend en outre une deuxième couche de maintien (8) de raideur  $K_2$  et disposée autour de la nappe d'armures de traction inférieure (4), et en ce que les première et seconde couches de maintien présentent des raideurs respectives  $K_1$  et  $K_2$  déterminées pour limiter le gonflement de la nappe d'armure sous-jacente.



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/FR 03/00849

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 7 F16L11/16

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F16L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 730 188 A (KALMAN MARK D ET AL) 24 March 1998 (1998-03-24) cited in the application	1,2,9, 10,12
Y	column 3, line 25-42,60-63; figures 1,2	6-8,11 3,4
A	---	
X	US 3 559 693 A (REYNARD REMI) 2 February 1971 (1971-02-02)	1,2,12
A	column 5, line 4-35,55-64; figure 1	3,4
X	---	
X	WO 01 33129 A (HOEFLING ROBERT G ;FRASER DANA J (US); KALMAN MARK D (US); MCCONE) 10 May 2001 (2001-05-10) cited in the application page 1, line 18 -page 3, line 14; claims 1-5,10,11; figures 1,2	1,6,9, 10,12
	---	
	---/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

### \* Special categories of cited documents :

\*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

\*E\* earlier document but published on or after the international filing date

\*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

\*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

\*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\*G\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

5 August 2003

Date of mailing of the international search report

12/08/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Maukonen, K

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/FR 03/00849

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 275 209 A (SUGIER ANDRE ET AL) 4 January 1994 (1994-01-04) cited in the application column 8, line 35-48; figure 1 column 21, line 45-50 -----	1,9,10, 12
Y	US 5 110 644 A (FUCHS JEAN-FRANCOIS ET AL) 5 May 1992 (1992-05-05) column 3, line 15-20; figure 1 column 5, line 16-22,50-54 -----	6-8,11



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

information on patent family members

International Application No

PCT/FR 03/00849

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5730188	A	24-03-1998	AU 2450897 A BR 9712515 A EP 0929767 A1 WO 9816770 A1	11-05-1998 21-12-1999 21-07-1999 23-04-1998
US 3559693	A	02-02-1971	BE 714477 A DE 1750446 A1 FR 1583167 A GB 1229612 A JP 52004595 B NL 6806373 A ,B, US 3791898 A	16-09-1968 28-01-1971 24-10-1969 28-04-1971 04-02-1977 06-11-1968 12-02-1974
WO 0133129	A	10-05-2001	AU 1584501 A AU 1655201 A AU 1757301 A BR 0015354 A BR 0015358 A CA 2390537 A1 CN 1420973 T DK 200200628 A DK 200200629 A EP 1232358 A1 EP 1234134 A1 EP 1234135 A1 GB 2371611 A NO 20022127 A WO 0135013 A1 WO 0133129 A1 WO 0133130 A1 US 2002144745 A1 US 2003056845 A1 US 6363974 B1 US 6446672 B1	14-05-2001 06-06-2001 14-05-2001 16-07-2002 25-06-2002 10-05-2001 28-05-2003 25-04-2002 25-04-2002 21-08-2002 28-08-2002 28-08-2002 31-07-2002 03-05-2002 17-05-2001 10-05-2001 10-05-2001 10-10-2002 27-03-2003 02-04-2002 10-09-2002
US 5275209	A	04-01-1994	FR 2631097 A1 US 5406984 A AU 626870 B2 AU 3562889 A BR 8906954 A CA 1339726 C DE 68902631 D1 DE 68902631 T2 DK 4890 A EP 0372041 A1 WO 8911057 A1 IN 173079 A1 NO 900039 A	10-11-1989 18-04-1995 13-08-1992 29-11-1989 20-11-1990 17-03-1998 01-10-1992 11-03-1993 09-01-1990 13-06-1990 16-11-1989 05-02-1994 05-03-1990
US 5110644	A	05-05-1992	FR 2627840 A1 CA 1320455 C DE 68900034 D1 DK 95089 A EP 0333532 A1 GR 3001837 T3 IN 171732 A1 JP 2076989 A JP 2709500 B2	01-09-1989 20-07-1993 14-03-1991 30-08-1989 20-09-1989 23-11-1992 26-12-1992 16-03-1990 04-02-1998

### Information on patent family members

PCT/FR 03/00849

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5110644 A		NO 890798 A , B,	30-08-1989

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Deri te Internationale No  
PCT/FR 03/00849

<b>A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE</b> <b>CIB 7 F16L11/16</b>		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
<b>B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE</b>		
Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) <b>CIB 7 F16L</b>		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés) <b>EPO-Internal</b>		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS</b>		
Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	US 5 730 188 A (KALMAN MARK D ET AL) 24 mars 1998 (1998-03-24) cité dans la demande colonne 3, ligne 25-42,60-63; figures 1,2	1,2,9, 10,12
Y A	--- US 3 559 693 A (REYNARD REMI) 2 février 1971 (1971-02-02) colonne 5, ligne 4-35,55-64; figure 1	6-8,11 3,4
X A	--- US 3 559 693 A (REYNARD REMI) 2 février 1971 (1971-02-02) colonne 5, ligne 4-35,55-64; figure 1	1,2,12 3,4
X	--- WO 01 33129 A (HOEFLING ROBERT G ;FRASER DANA J (US); KALMAN MARK D (US); MCCONE) 10 mai 2001 (2001-05-10) cité dans la demande page 1, ligne 18 -page 3, ligne 14; revendications 1-5,10,11; figures 1,2 --- -/--	1,6,9, 10,12
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <span><input checked="" type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents</span> <span><input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe</span> </div>		
* Catégories spéciales de documents cités:		
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 48%;"> <p>*A* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent</p> <p>*E* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date</p> <p>*L* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)</p> <p>*O* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens</p> <p>*P* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée</p> </div> <div style="width: 48%;"> <p>*T* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention</p> <p>*X* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément</p> <p>*Y* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier</p> <p>*Z* document qui fait partie de la même famille de brevets</p> </div> </div>		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale
5 août 2003		12/08/2003
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale		Fonctionnaire autorisé
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tél. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Maukonen, K

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Den le Internationale No

PCT/FR 03/00849

## C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	US 5 275 209 A (SUGIER ANDRE ET AL) 4 janvier 1994 (1994-01-04) cité dans la demande colonne 8, ligne 35-48; figure 1 colonne 21, ligne 45-50 -----	1,9,10, 12
Y	US 5 110 644 A (FUCHS JEAN-FRANCOIS ET AL) 5 mai 1992 (1992-05-05) colonne 3, ligne 15-20; figure 1 colonne 5, ligne 16-22,50-54 -----	6-8,11

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Dem. internationale No

PCT/FR 03/00849

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 5730188	A	24-03-1998	AU 2450897 A BR 9712515 A EP 0929767 A1 WO 9816770 A1	11-05-1998 21-12-1999 21-07-1999 23-04-1998
US 3559693	A	02-02-1971	BE 714477 A DE 1750446 A1 FR 1583167 A GB 1229612 A JP 52004595 B NL 6806373 A , B, US 3791898 A	16-09-1968 28-01-1971 24-10-1969 28-04-1971 04-02-1977 06-11-1968 12-02-1974
WO 0133129	A	10-05-2001	AU 1584501 A AU 1655201 A AU 1757301 A BR 0015354 A BR 0015358 A CA 2390537 A1 CN 1420973 T DK 200200628 A DK 200200629 A EP 1232358 A1 EP 1234134 A1 EP 1234135 A1 GB 2371611 A NO 20022127 A WO 0135013 A1 WO 0133129 A1 WO 0133130 A1 US 2002144745 A1 US 2003056845 A1 US 6363974 B1 US 6446672 B1	14-05-2001 06-06-2001 14-05-2001 16-07-2002 25-06-2002 10-05-2001 28-05-2003 25-04-2002 25-04-2002 21-08-2002 28-08-2002 28-08-2002 31-07-2002 03-05-2002 17-05-2001 10-05-2001 10-05-2001 10-10-2002 27-03-2003 02-04-2002 10-09-2002
US 5275209	A	04-01-1994	FR 2631097 A1 US 5406984 A AU 626870 B2 AU 3562889 A BR 8906954 A CA 1339726 C DE 68902631 D1 DE 68902631 T2 DK 4890 A EP 0372041 A1 WO 8911057 A1 IN 173079 A1 NO 900039 A	10-11-1989 18-04-1995 13-08-1992 29-11-1989 20-11-1990 17-03-1998 01-10-1992 11-03-1993 09-01-1990 13-06-1990 16-11-1989 05-02-1994 05-03-1990
US 5110644	A	05-05-1992	FR 2627840 A1 CA 1320455 C DE 68900034 D1 DK 95089 A EP 0333532 A1 GR 3001837 T3 IN 171732 A1 JP 2076989 A JP 2709500 B2	01-09-1989 20-07-1993 14-03-1991 30-08-1989 20-09-1989 23-11-1992 26-12-1992 16-03-1990 04-02-1998

### Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

PCT/FR 03/00849

Formulaire PCT/ISA/210 (annexe familles de brevets) (juillet 1992)